# はじめに

みなさん，こんにちは。

この講座は，トップ＆ハイレベル化学のなかでも「有機化学」を扱う講座です。

一度は有機化学を勉強した人が対象ですから，「すでに頭に入っている反応が，どのように起こっているのか」を講義で学び，演習していただけたらと思います。
もし，有機化学があまり得意ではない方でしたら，まずは導入部分の反応を頭に入れて，講義に臨むとよいと思います。

まずは有機化合物を愛することからです。有機化合物を愛し，手を動かして何度も解き進めることで，有機化合物の構造を決定することが楽しくなるはずです。
苦手な方は，時間がかかっても構いません。
あきらめずに，向き合ってみましょう。

最後に。
しんどい時こそ，講義を受けてください。カメラ越しではありますが，全力で，応援しています。

坂田　薫



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 目次


## 第１章　有機化学の基礎

第１講　有機化合物の構造決定（演習問題[1]） —— p.3
第２講　不飽和度 Du，有機化合物の立体構造，異性体①（演習問題[2]） —— p.8
第３講　異性体②（演習問題[3]，[4]） —— p.13

## 第２章　脂肪族化合物の性質

第４講　異性体③，アルカン（演習問題[5]，[6]） —— p.18
第５講　アルケン（演習問題[7]） —— p.25
第６講　アルキン（演習問題[8]） —— p.29
第７講　アルコール・エーテル（演習問題[9]） —— p.33
第８講　アルデヒド・ケトン（演習問題[10]，[11]） —— p.39
第９講　カルボン酸（演習問題[12]） —— p.46
第10講　エステル（演習問題[13]，[14]） —— p.50

## 第３章　芳香族化合物の性質

第11講　ベンゼン（演習問題[15]） —— p.55
第12講　フェノール①（演習問題[16]） —— p.60
第13講　フェノール②（演習問題[17]） —— p.65
第14講　芳香族アミン（演習問題[18]） —— p.69
第15講　芳香族化合物の分離（演習問題[19]，[20]） —— p.73
第16講　有機演習（演習問題[21]，[22]） —— p.79

## 第４章　天然有機（高分子）化合物

第17講　油脂（演習問題[23]） —— p.83
第18講　糖類①（演習問題[24]） —— p.89
第19講　糖類②（演習問題[25]） —— p.93
第20講　糖類③（演習問題[26]，[27]） —— p.97
第21講　糖類③，アミノ酸①（演習問題[28]） —— p.101
第22講　アミノ酸②，ペプチド（演習問題[29]，[30]） —— p.107
第23講　タンパク質①（演習問題[31]） —— p.113
第24講　タンパク質②（演習問題[32]，[33]，[34]） —— p.117
第25講　酵素，核酸（演習問題[35]，[36]） —— p.123

## 第５章　合成高分子化合物

第26講　合成高分子化合物①（演習問題[37]，[38]，[39]） —— p.134
第27講　合成高分子化合物②（演習問題[40]，[41]） —— p.142


©RECRUIT HOLDINGS

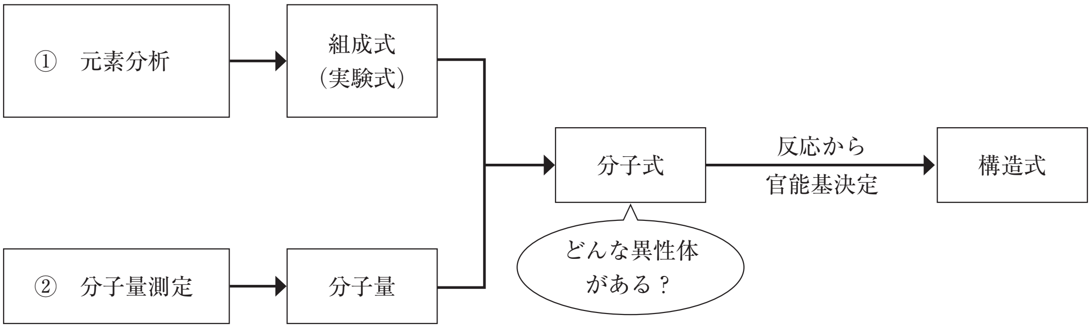
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第１章　　有機化学の基礎

## 第１講

## 1　有機化合物の構造決定

大学入試における有機化学の目標は，与えられた情報から，有機化合物の構造を決定することである。構造を決定するために，何が必要なのかを確認していく。

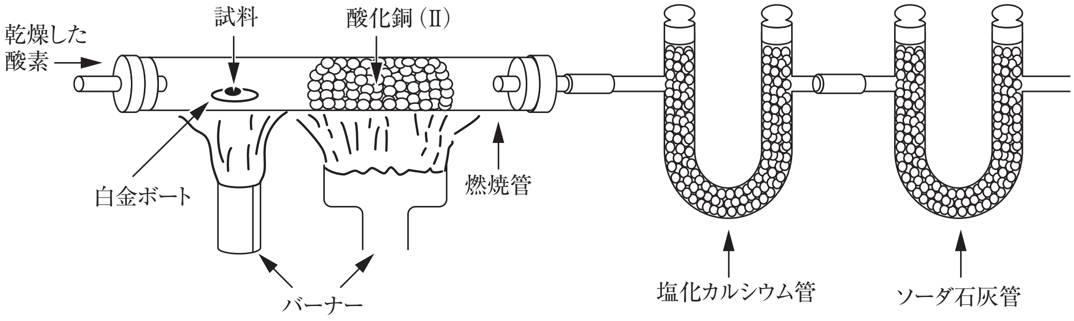



### ①元素分析（組成式の決定）

有機化合物の組成式を決定するために，有機化合物中のC原子は$CO_2$に，H原子は$H_2O$に，N原子は$N_2$や$NH_3$に変化させ，それぞれの量を決定する。

有機化合物の多くは，C･H･Oから構成されているため，燃焼反応を利用することが多い。

※実験




注意１：炭素の不完全燃焼により生じるCOを$CO_2$に変化させるために，酸化銅（Ⅱ）と共に燃焼させる。

$$CO + CuO \longrightarrow Cu + CO_2$$

注意２：ソーダ石灰は$CO_2$だけでなく$H_2O$も吸収するため，塩化カルシウム管とソーダ石灰管の順番は逆にしてはならない。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

**②分子量測定**

分子量測定は理論化学ですでに学んでいるものが多い。代表的なものを以下に記す。

a．気体の状態方程式（有機化合物の沸点が高くないとき・揮発性のとき）

有機化合物を気体に変化させ，その密度を測定することで，分子量を導くことができる。

$$PV = nRT,\ n = \frac{w}{M} \quad \text{より} \quad M = \frac{w}{V} \cdot \frac{RT}{P}$$

b．比重（有機化合物が常温付近で気体のとき）

基準となる気体（例えば空気，分子量$M_{\mathrm{A}}$とする）に対する比重から分子量$M$を導くことができる。

$$M = M_{\mathrm{A}} \times \text{比重}$$

c．中和滴定（有機化合物が酸性，塩基性のとき）

例えば，有機化合物が$n$価の酸である場合，$C$(mol/L)，$N$価の塩基を用いた中和滴定で分子量$M$を導くことができる。

有機化合物$w$(g)に対し，塩基が$V$(mL)必要だったとすると，

$$\frac{w}{M} \times n = C \times \frac{V}{1000} \times N$$

d．凝固点降下（有機化合物が不揮発性で低分子のとき）

有機化合物の溶液の凝固点降下（凝固点降下度）$\varDelta T_{\mathrm{f}}$を測定することにより，分子量を導くことができる。

$$\varDelta T_{\mathrm{f}} = K_{\mathrm{f}} \times m,\ m = \frac{\frac{w}{M}}{w(\text{溶媒})}$$

e．浸透圧（有機化合物が高分子のとき）

有機化合物の溶液の浸透圧$\varPi$を測定することにより，分子量を導くことができる。

$$\varPi V = nRT,\ n = \frac{w}{M} \quad \text{より} \quad M = \frac{w}{V} \cdot \frac{RT}{\varPi}$$

## 第１講　演習問題

**1**　以下の問いに答えよ。ただし，原子量はＨ：1，Ｃ：12，Ｎ：14，Ｏ：16とする。

(1)　化合物Ａ(分子量256)について元素分析をおこなった。その結果，構成元素の質量パーセントが炭素75.00％，水素6.25％，酸素18.75％であった。化合物Ａの分子式を書け。

(2)　構成元素が炭素，水素，窒素，酸素である化合物Ａ(分子量75)とＢ(分子量133)がある。それぞれを燃焼分解し，得られた気体のうち，窒素酸化物は銅により還元し，$N_2$ガスに変換した。その結果，化合物Ａ151mgからは$H_2O$が89mg，$CO_2$が178mg，$N_2$が28mg生成した。また，化合物Ｂ397mgからは$H_2O$が183mg，$CO_2$が528mg，$N_2$が41mg生成した。化合物Ａと化合物Ｂの分子式を書け。

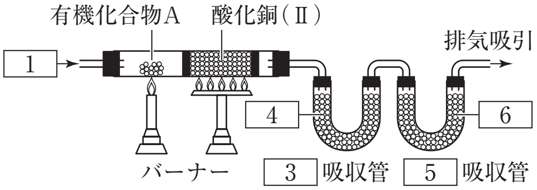
(3)　化合物Ａは構成元素が炭素，水素，酸素からなり，分子量が88であることがわかっている。化合物Ａとして可能な分子式をすべて書け。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 第1講　確認テスト

**1**　有機化合物のそれぞれの成分元素の含有量を求める実験的な操作を元素分析という。右図は，炭素，水素，酸素からなる純粋な有機化合物Aを試料として元素分析をおこなった装置の概略図である。




元素分析ではまず，有機化合物Aの質量を正確に測定し，乾燥した［ 1 ］を一定の速度で流しながら，有機化合物Aを酸化銅(Ⅱ)などの［ 2 ］剤の存在下で完全燃焼させる。完全燃焼によって生成した［ 3 ］を［ 4 ］に，［ 5 ］を［ 6 ］に吸収させる。続いて，それぞれの吸収管の質量を測定して，それぞれの吸収管が増加した分の質量から，生成した［ 3 ］の質量と［ 5 ］の質量を求める。これをもとにすれば，各元素の質量を求めることができる。

実際に，有機化合物Aの51.0mgを上記の手順に従って完全燃焼させたところ，［ 3 ］吸収管は27.0mg，［ 5 ］吸収管は132mgの質量増加があった。また，有機化合物Aはベンゼン環をもつ一価の酸であり，有機化合物Aの1.7gに十分な量の飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ，有機化合物Aは完全に反応し，標準状態(0℃，$1.01 \times 10^5$Pa)で0.28Lに相当する，分子量44の気体が生じた。以上のことから，有機化合物Aの分子式は［ 7 ］と特定できる。

［ 1 ］の解答群

ア　アルゴン　　イ　塩化水素　　ウ　塩素　　エ　酸素　　オ　水素
カ　窒素　　キ　二酸化窒素　　ク　ネオン　　ケ　ヘリウム

［ 2 ］の解答群

ア　界面活性　　イ　可塑　　ウ　還元　　エ　緩衝　　オ　乾燥
カ　硬化　　キ　酸化　　ク　中和　　ケ　乳化

［ 3 ］の解答群

ア　アンモニア　　イ　一酸化炭素　　ウ　一酸化窒素　　エ　酸素　　オ　水素
カ　二酸化炭素　　キ　二酸化窒素　　ク　水　　ケ　メタン

［ 4 ］の解答群

ア　アルミナ　　イ　塩化カルシウム　　ウ　塩化銀　　エ　酸化銅(Ⅰ)
オ　酸化マンガン(Ⅳ)　　カ　セッコウ　　キ　ソーダ石灰　　ク　炭酸カルシウム
ケ　リン酸カルシウム

5 の解答群

ア　アンモニア　イ　一酸化炭素　ウ　一酸化窒素　エ　酸素　オ　水素
カ　二酸化炭素　キ　二酸化窒素　ク　水　ケ　メタン

6 の解答群

ア　アルミナ　イ　塩化カルシウム　ウ　塩化銀　エ　酸化銅(Ⅰ)
オ　酸化マンガン(Ⅳ)　カ　セッコウ　キ　ソーダ石灰　ク　炭酸カルシウム
ケ　リン酸カルシウム

7 の解答群

ア　$C_4H_4O$　イ　$C_8H_8O_2$　ウ　$C_{12}H_{12}O_3$　エ　$C_{16}H_{16}O_4$


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 演習問題解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

## 第１講　演習問題

**1**　(1)　$C_{16}H_{16}O_3$

(2)　A：$C_2H_5NO_2$　　B：$C_4H_7NO_4$

(3)　$C_5H_{12}O$，$C_4H_8O_2$，$C_3H_4O_3$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

# 確認テスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

## 第１講　確認テスト

1　１．エ　２．キ　３．ク　４．イ　５．カ　６．キ　７．イ

**【解説】**

元素分析実験は，[1]酸素を送り込みながら有機化合物（試料）を完全燃焼させる。この際，不完全燃焼により一酸化炭素が生じるのを防ぐため，[2]酸化剤として酸化銅（Ⅱ）などを一緒に入れておく。これにより生じる[3]水を[4]塩化カルシウムで吸収し，[5]二酸化炭素を[6]ソーダ石灰で吸収する。

今回，化合物Ａを51.0mg燃焼させ，水27.0mg，二酸化炭素132mgが得られたので，

$$C : 132 \times \frac{12}{44} = 36\text{mg}$$

$$H : 27 \times \frac{2}{18} = 3\text{mg}$$

$$O : 51 - 36 - 3 = 12\text{mg}$$

となり，

$$C : H : O = \frac{36}{12} : \frac{3}{1} : \frac{12}{16}$$

$$= 3 : 3 : \frac{3}{4}$$

$$= 4 : 4 : 1$$

よって，組成式は$C_4H_4O$，分子式は$(C_4H_4O)_n$［分子量$68n$］となる。

また，Ａは一価の酸であり，炭酸水素ナトリウムと反応し，分子量44の気体（二酸化炭素）が標準状態（0℃，$1.01 \times 10^5$Pa）で0.28L生じたことから，Ａは炭酸より強い酸であり，Ａと二酸化炭素は等molであることがわかる（⇒※）。

ＡをHXとおくと，

$$HX + NaHCO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2 + NaX$$

よって，Ａの分子量を$M$とおくと，

$$\frac{1.7}{M} = \frac{0.28}{22.4}$$

となり，$M = 136$とわかる。

以上より

$$68n = 136$$

$$n = 2$$

であり，Ａの分子式は$C_8H_8O_2$となる。

※有機化学を勉強している者は，「炭酸水素ナトリウムと反応」ときたら，「カルボン酸」と答えられるであろう。

一価のカルボン酸であることがわかったら，COOHより酸素原子は２個なので，計算しなくとも，$n = 2$とわかる。